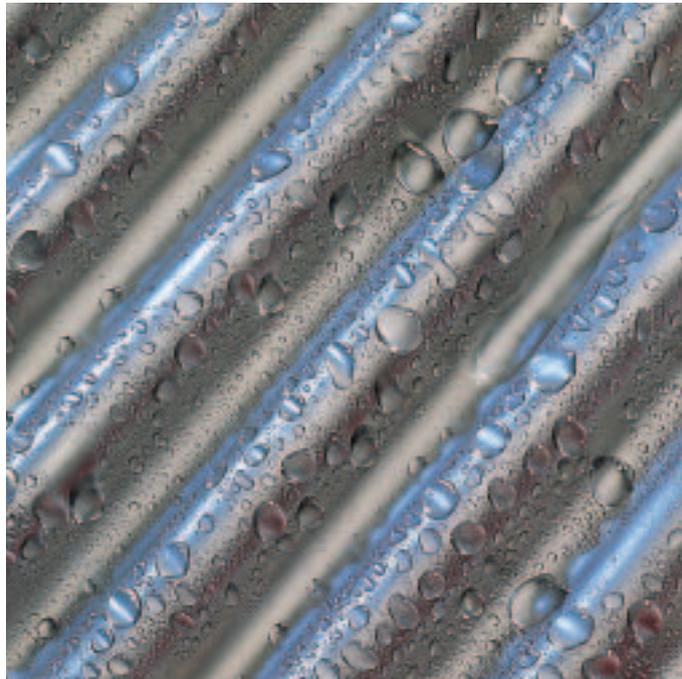


Les chaudières à condensation

*La condensation, la solution pour les
économies et le respect de l'environnement*



Les bases

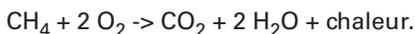
Les bases

La condensation est une technique efficace de transformation du gaz naturel en chaleur utile au travers de la combustion. Comme la technique de la basse température, elle permet à la chaudière de ne fonctionner qu'à la température nécessaire pour couvrir les besoins calorifiques du bâtiment à chauffer.

Alors que les chaudières basse température obligent à éviter toute condensation des produits de la combustion et donc toute humidification des surfaces d'échange, les chaudières à condensation permettent aux produits de la combustion de se condenser afin de pouvoir utiliser sous forme de chaleur sensible la chaleur latente contenue dans la vapeur d'eau des fumées. De plus, la quantité de chaleur résiduelle évacuée par la cheminée est considérablement réduite puisqu'il est possible d'abaisser considérablement la température des fumées par rapport aux chaudières basse température.

La combustion du fioul ou du gaz naturel, composée pour l'essentiel de carbone (C) et d'hydrogène (H), produits par réaction avec l'oxygène de l'air (O₂) du gaz carbonique (CO₂) et de la vapeur d'eau (H₂O).

Pour le gaz naturel (méthane CH₄), la formule simplifiée de combustion est la suivante :



Si la température des parois des surfaces d'échange côté gaz de chauffe chute en dessous du point de rosée de la vapeur d'eau, la vapeur d'eau contenue dans les gaz de chauffe se condense.

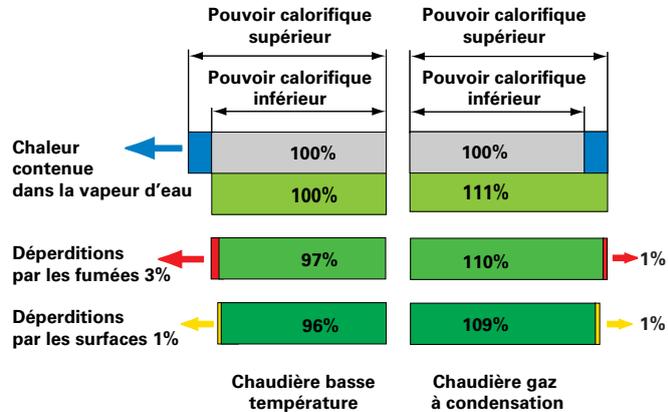


Fig. 1 : Comparatif des pertes des chaudières basse température et à condensation (gaz naturel)

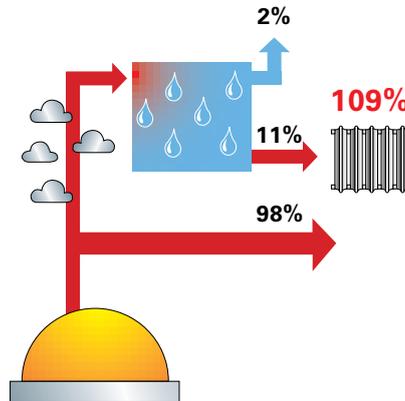


Fig. 2 : Les chaudières à condensation atteignent un rendement global annuel allant jusqu'à 109 % sur PCI en puisant de la chaleur supplémentaire sur les fumées (gaz naturel)

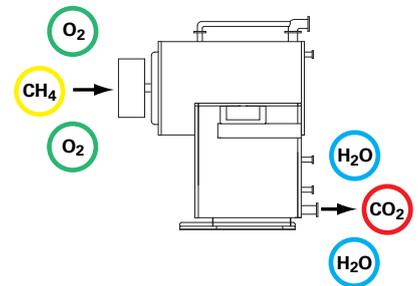


Fig. 3 : Chaleur récupérée des gaz de chauffe (gaz naturel)

Les différences de compositions chimiques du gaz naturel et du fioul induisent des températures de rosée de la vapeur d'eau dans les fumées différentes. Dans la zone quasi-stoéchiométrique, la température de rosée de la vapeur d'eau est de 57°C environ pour le gaz naturel et de 47°C environ pour le fioul domestique (fig. 4).

Le gain théorique de chaleur par rapport aux chaudières basse température est de 11 % pour le gaz naturel. Dans le cas du fioul domestique, il serait possible de récupérer jusqu'à 6 %.

Pouvoir calorifique inférieur et pouvoir calorifique supérieur

Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) est la chaleur dégagée lors de la combustion totale d'un combustible si l'eau formée est à l'état de vapeur.

Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) est la chaleur dégagée lors de la combustion totale d'un combustible, y compris la chaleur de vaporisation contenue dans la vapeur d'eau des gaz de chauffe. Le tableau 1 récapitule les principales propriétés des combustibles relatives à la condensation.

Autrefois, il était impossible de récupérer la chaleur latente de vaporisation de l'eau car les techniques de condensation n'existaient pas encore. Pour tous les calculs de rendement, le pouvoir calorifique inférieur (PCI) a de ce fait, été pris comme grandeur de référence. La récupération de la chaleur latente permet donc d'atteindre un rendement qui curieusement dépasse les 100 %.

Dans le domaine du chauffage, les directives continuent à rapporter les rendements au PCI.

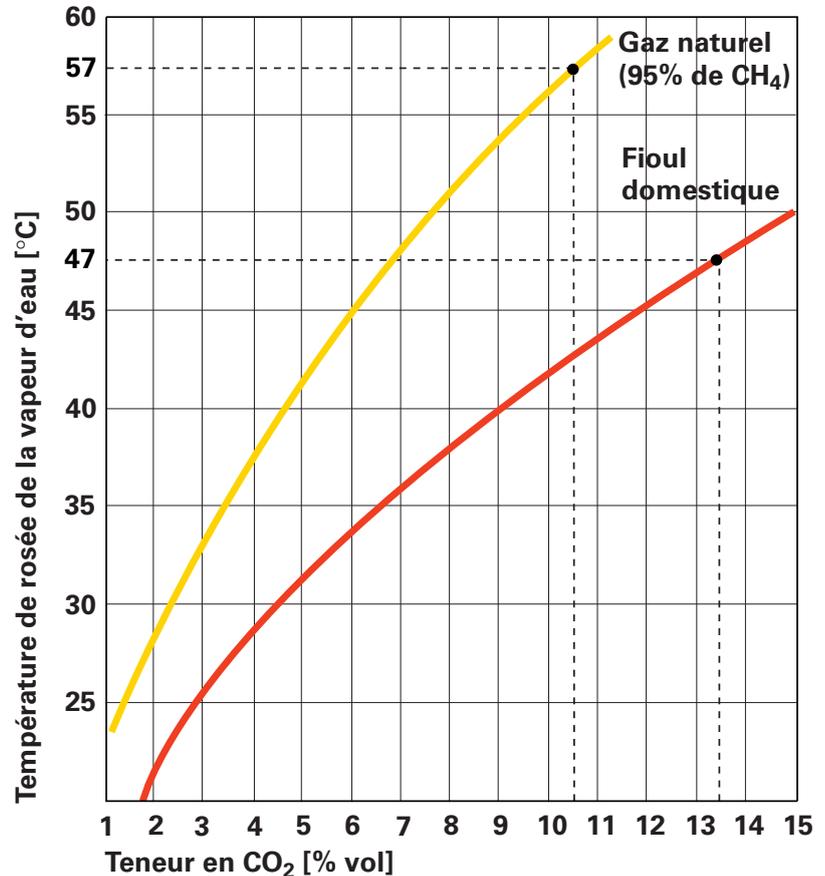


Fig. 4 : Température de rosée de la vapeur d'eau

	Pouvoir calorifique supérieur PCS kWh/unité	Pouvoir calorifique inférieur PCI kWh/unité	PCS/PCI	PCS - PCI	Quantité théorique de condensats (kg/unité)
Gaz naturel Ei	10,3	9,3	1,11	1,11	1,53
Gaz naturel Es	11,3	10,2	1,11	1,11	1,63
Propane	13,9	12,8	1,08	1,10	1,77
fioul domestique	10,7	10,1	1,06	0,6	0,88

Unités : gaz naturels en m³ ; propane en kg ; fioul domestique en litre

Tab. 1 : Pouvoir calorifique des combustibles

Les paramètres influant sur la condensation

Les paramètres influant sur la condensation

La quantité d'énergie gagnée par une chaudière à condensation par rapport à une chaudière basse température n'est pas exclusivement due à la récupération de la chaleur latente, mais, pour une part notable, à des pertes par les fumées réduites, résultant de températures de fumées plus faibles.

Une appréciation énergétique de base sera effectuée d'après le rendement de chaudière

Rendement de chaudière η_c des chaudières à condensation

$$\eta_K = 1 - \frac{q_F + q_R}{100} + \frac{\text{PCS} - \text{PCI}}{\text{PCI}} \cdot \alpha$$

$$q_F = (\vartheta_F - \vartheta_A) + \left(\frac{A_1}{\text{CO}_2} + B \right)$$

Paramètres influents

- ϑ_F -> Température des fumées des chaudières à condensation pas de limitation
- CO_2 -> Teneur en CO_2
La qualité de la combustion est fonction de la conception du brûleur
- α -> Le coefficient de condensation est fonction de la conception de la chaudière et de l'installation (dimensionnement)

$$\alpha = \frac{\dot{V}_{\text{Quantité de condensats (mesurée)}}}{\dot{V}_{\text{Quantité de condensats (théorique)}}}$$

(voir tableau 1)

	Fioul domestique	Gaz naturel	Propane et air propané
A_1	0,5	0,32	0,42
A_2	0,68	0,66	0,63
B	0,007	0,009	0,008

Tab. 2 : Coefficients combustible

Légende

- η_C = Rendement de chaudière [%]
- ϑ_F = Température des fumées [°C]
- ϑ_A = Température de l'air [°C]
- A_1 = Coefficient combustible
- B = Coefficient combustible
- CO_2 = Teneur en gaz carbonique [%]
- q_f = Pertes par les fumées [%]
- q_R = Pertes par rayonnement
- α = Coefficient de condensats

Par rapport à une chaudière traditionnelle, la formule du rendement de chaudière est augmentée de la part de condensation. La part de condensation est déterminée par le PCS, le PCI et la variable α , coefficient de condensation. Ce coefficient est le rapport entre la quantité de condensats effectivement formés à l'intérieur d'une chaudière à condensation et la quantité théorique de condensats possible.

Plus la quantité de condensats effectivement formés est importante, plus la chaudière à condensation est performante.

Plus la température des fumées est basse, plus la quantité de condensats formés et le coefficient de condensation α sont élevés. En même temps, une température des fumées plus

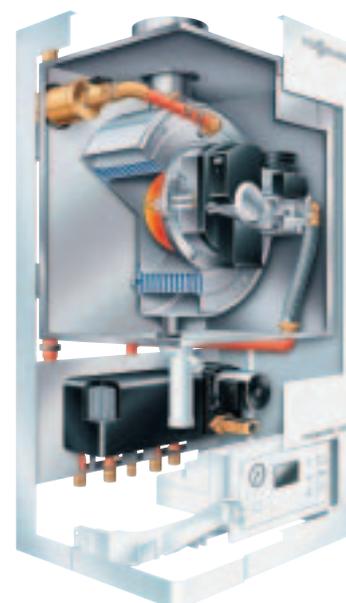


Fig. 5 : Chaudière murale gaz à condensation Vitodens 200 à surfaces d'échange radiales et brûleur MatriX-compact, puissance nominale : de 6,6 à 66,3 kW

faible par rapport à une chaudière basse température, par exemple, réduit également les pertes par les fumées. C'est-à-dire que le meilleur rendement des chaudières à condensation résulte non seulement du gain de chaleur latente, mais encore de pertes par les fumées plus faibles.

Le rendement global

Le rendement global

La norme allemande DIN 4702-8 met à disposition une procédure d'essais permettant, sur la base d'un programme d'essais normalisé, de mesurer les rendements de génération à des charges partielles définies. Les cinq rendements de charge partielle mesurés servent ensuite à calculer le rendement global annuel. Nous disposons donc d'un critère précis de comparaison des rendements annuels des différents types de chaudières. Ces rendements annuels ne sont ni plus ni moins que le rapport entre la quantité de chaleur utile fournie chaque année et la quantité de chaleur alimentant le générateur (rapportée au PCI du combustible).

Pour la région Est de la France par exemple, il a été défini par rapport à un travail annuel de chauffage cinq niveaux de charge qui sont représentés fig. 6. Chaque niveau de charge représente la même quantité de chaleur fournie (surface sur le graphique).

Le rendement global annuel est déterminé en faisant la moyenne des 5 rendements mesurés en charge partielle. Les valeurs ainsi obtenues reflètent parfaitement le fonctionnement réel des chaudières.

Une chaudière est dimensionnée de manière à couvrir totalement les besoins calorifiques rencontrés lorsque la température extérieure est la plus basse. Les températures de dimensionnement pour la France, appelées températures extérieures de base, vont de 0 à -15°C. Toutefois, des températures aussi basses ne se rencontrent que rarement. La chaudière ne doit donc fournir sa pleine puissance que quelques jours dans l'année. Le reste du temps, seules des fractions de la puissance nominale sont nécessaires. Sur une année, l'essentiel de la chaleur nécessaire pour le chauffage concerne des températures positives (de 0 à 5°C).

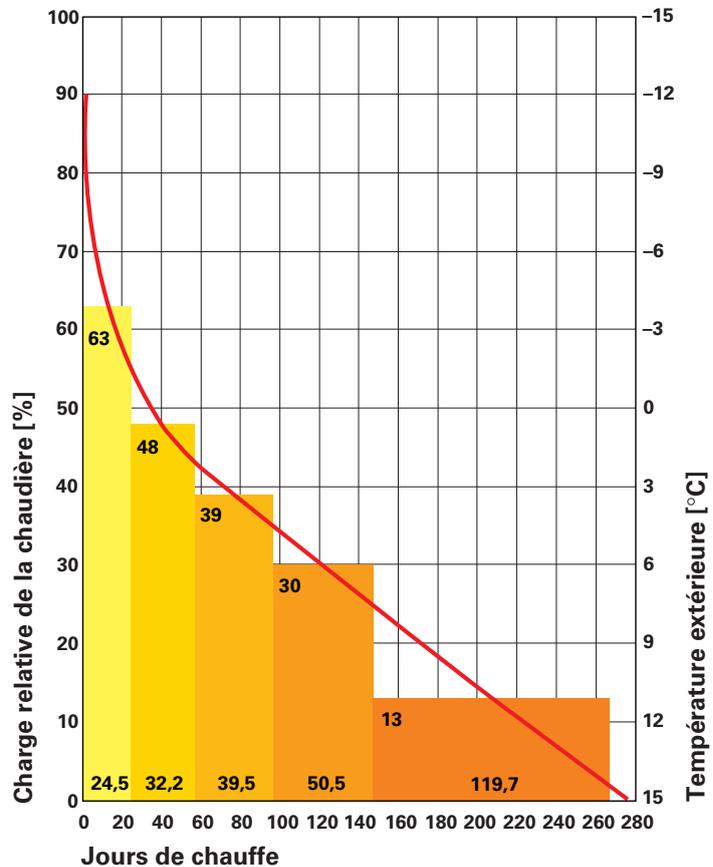


Fig. 6 : Détermination du rendement global annuel

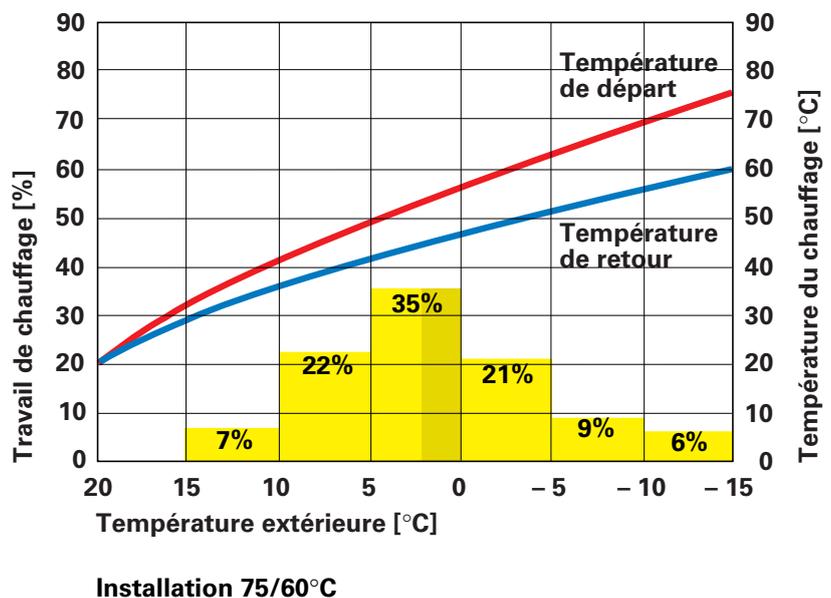


Fig. 7 : Parts de travail de chauffage en fonction de la température extérieure (zone climatique H1)

Il en résulte que la charge moyenne des chaudières sur une année est voisine de 30 %. La fig. 8 représente une comparaison des rendements en charge partielle et en particulier à des charges faibles.

L'avantage de la condensation apparaît nettement à ces charges faibles : la chaudière fonctionnant à température d'eau constante induit des déperditions considérables au fur et à mesure que sa charge diminue puisque, même si la température du chauffage demandée est plus faible, la température d'eau de chaudière doit être impérativement maintenue à un niveau élevé. La part des déperditions par rayonnement dans la consommation totale d'énergie augmente, ce qui diminue le rendement global annuel.

En revanche, les chaudières à condensation présentent lorsque la charge est faible un excellent rendement puisque le faible niveau de température de l'eau du chauffage est particulièrement favorable à la condensation.

La fig. 9 donne une comparaison des rendements globaux annuels de différents types de chaudières.

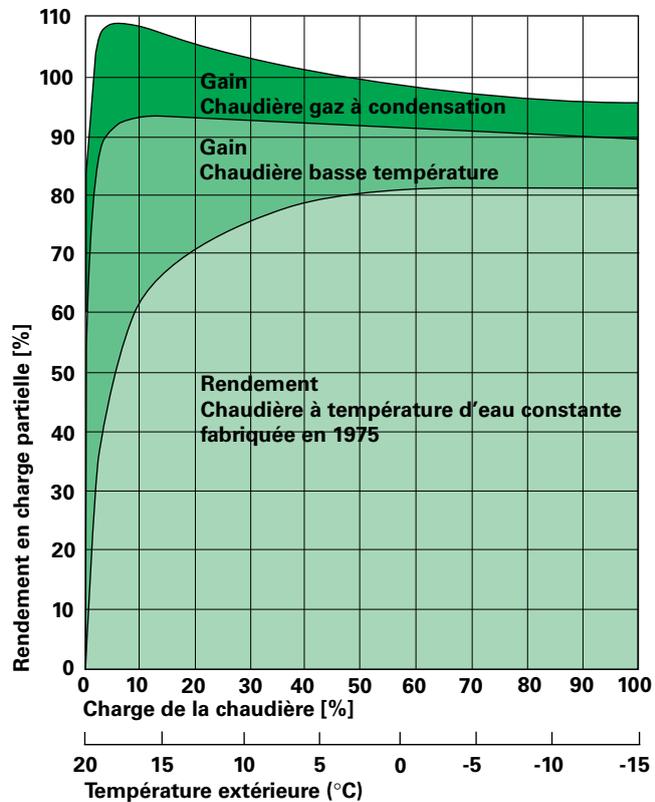
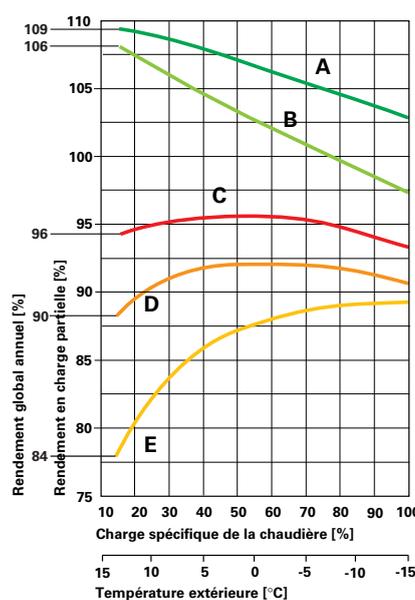


Fig. 8 : Rendements en charge partielle pour différentes chaudières en fonction de la charge de la chaudière pour des chaudières basse température et à condensation



- A** Chaudière gaz à condensation 40/30°C
- B** Chaudière gaz à condensation 75/60°C
- C** Chaudière basse température (sans limitation inférieure)
- D** Chaudière de 1987 (limitation inférieure de la température : 40°C)
- E** Chaudière de 1975 (température d'eau de chaudière maintenue à 75°C)

Fig. 9 : Rendements globaux annuels pour différents types de chaudières

La condensation dans les bâtiments existants

La condensation dans les bâtiments existants

L'utilisation de la condensation ne se limite pas qu'à des systèmes de chauffage basse température (plancher chauffant, radiateurs chaleur douce), mais est également profitable aux radiateurs classiques installés dans les bâtiments existants. L'expérience montre que dans la plupart des cas, les radiateurs classiques sont surdimensionnés (à fortiori dans les bâtiments anciens ayant subi un renforcement de l'isolation) et peuvent fonctionner à des régimes de températures plus faibles (75/60°C, par exemple). L'installation, même dimensionnée à des températures de 75/60°C, fonctionne à 90 % dans la zone de condensation comme le montre la fig. 10. Les conditions présentées par un chauffage basse température comme un plancher chauffant (40/30°C) sont encore meilleures puisque la condensation est assurée toute l'année.

L'importance de l'abaissement de la température d'une installation dimensionnée à 90/70°C ou surdimensionnée sera déterminée sur le chantier : on effectuera un simple test et on exploitera ses résultats en se servant de la fig. 12.

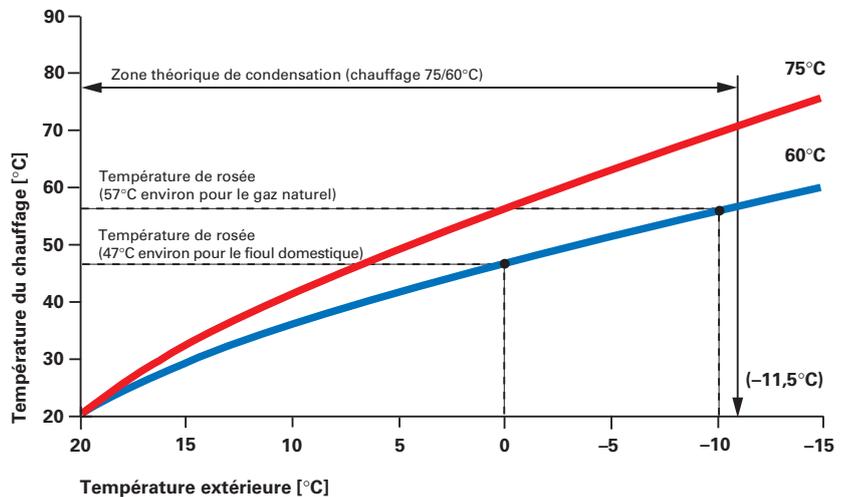


Fig. 10 : Température de départ / de retour en fonction de la température extérieure, limite de condensation

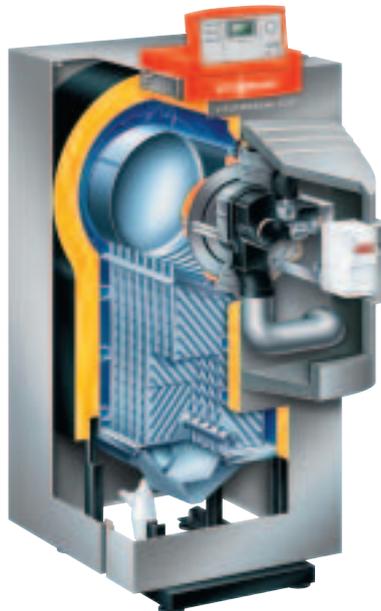


Fig. 11 : Chaudière gaz à condensation Vitocrossal 300 (9-66 kW) à surfaces d'échange Inox-Crossal et brûleur radiant MatriX

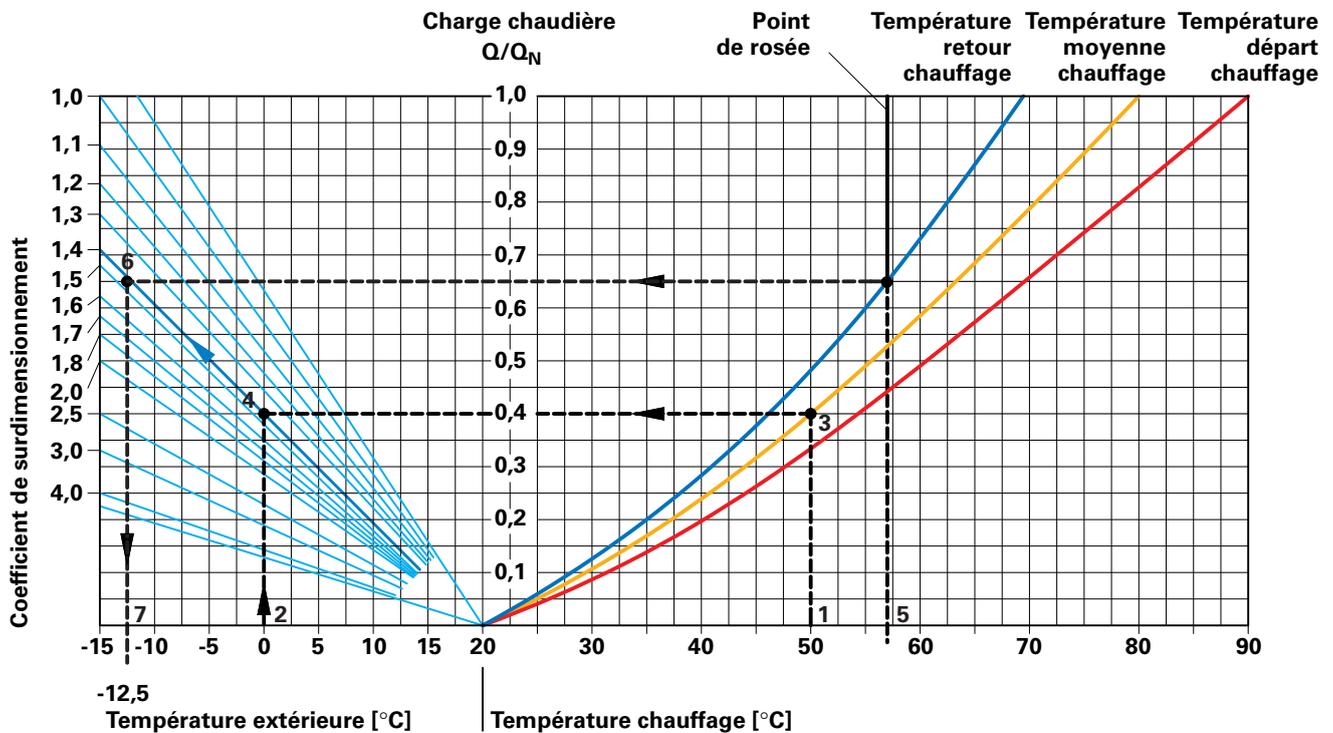


Fig. 12 : Détermination du surdimensionnement des émetteurs de chaleur (chauffage 90/70°C)

Durant la saison de chauffe, on ouvrira l'ensemble des robinets des radiateurs le soir et on lira l'après-midi suivante les températures de départ et de retour. Il est nécessaire que la régulation de chaudière ou à action sur vanne ait été paramétrée de manière à ce que la température ambiante varie dans la plage souhaitée (de 19 à 22°C) lorsque les robinets de radiateurs sont totalement ouverts.

La moyenne des températures de départ et de retour (température moyenne chauffage, $(54 + 46) / 2 = 50^\circ\text{C}$, par exemple) servira comme grandeur d'entrée (1) dans le graphique. Il faut que la température extérieure du moment (0°C dans l'exemple) soit également connue (2).

Si l'on trace une verticale de (1) à l'intersection avec la courbe de température moyenne chauffage, on définit le point (3). Si l'on trace une droite horizontale vers l'intersection avec la verticale de (2), on obtient à l'intersection avec la température extérieure (4) le coefficient de surdimensionnement (1,4 dans notre exemple) (6). Les émetteurs de chaleur sont donc surdimensionnés de 40 %. C'est-à-dire qu'à la température extérieure de base (-15°C, par exemple), la température moyenne du chauffage ne serait pas de 80°C comme dimensionné, mais de 65°C à peine.

Le point de rosée pour les produits de la combustion du gaz est de l'ordre de 57°C (5). La température

de retour doit être impérativement inférieure à cette valeur pour induire une condensation partielle des fumées et donc une récupération de chaleur. Dans l'exemple représenté avec un surdimensionnement de 1,4 (6), la température de retour est inférieure à cette valeur à des températures extérieures descendant jusqu'à -12,5°C (7).

Une condensation totale ou partielle ne se produira dans l'exemple représenté qu'aux jours où la température extérieure est inférieure à -12,5°C. Durant ces jours, une chaudière à condensation présentera un fonctionnement plus efficace qu'une chaudière basse température puisque la température de ses fumées est sensiblement plus faible.

Les paramètres d'influence et les critères pour un avantage optimal

La conception de la chaudière

La récupération de la chaleur latente sera d'autant plus élevée que la condensation de la vapeur d'eau contenue dans les produits de la combustion sera importante. C'est le seul moyen de transformer la chaleur latente contenue dans les fumées en chaleur utile pour le chauffage. Les chaudières de conception traditionnelle ne sont pas adaptées comme le montre la fig. 13.

Les surfaces d'échange des chaudières basse température traditionnelles doivent être conçues de manière à empêcher la condensation des fumées à l'intérieur de la chaudière. Il en est autrement pour une conception qui permet la condensation. Les produits de la combustion sont dirigés vers le bas, le plus près possible du raccord retour pour obtenir un refroidissement maximal. Les produits de la combustion et l'eau de chaudière doivent circuler à contre-courant à l'intérieur du générateur de chaleur afin d'utiliser le faible niveau de température de l'eau du retour entrant dans la chaudière pour refroidir au maximum les gaz de chauffe. En même temps, il est nécessaire d'utiliser des brûleurs modulants pilotés par une régulation intelligente afin d'adapter automatiquement en permanence la puissance aux besoins calorifiques rencontrés.

Le choix de matériaux adaptés doit assurer que les condensats ne puissent induire de la corrosion sur le générateur de chaleur.

Des composants du combustible (fioul, gaz naturel ou propane) et ceux de l'air de combustion se combinent pour créer lors de la combustion des composés chimiques qui font glisser le pH (valeur mesurant l'acidité ou l'alcalinité) des condensats jusqu'au niveau d'un acide. Le CO₂ (gaz

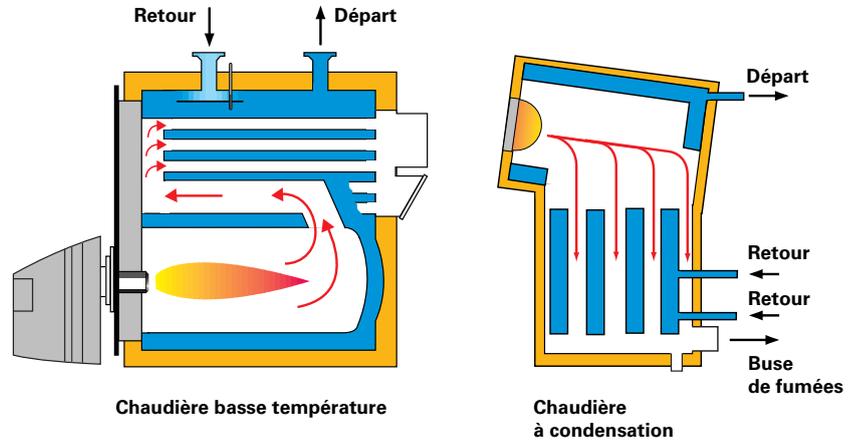


Fig. 13 : Caractéristiques de conception des chaudières

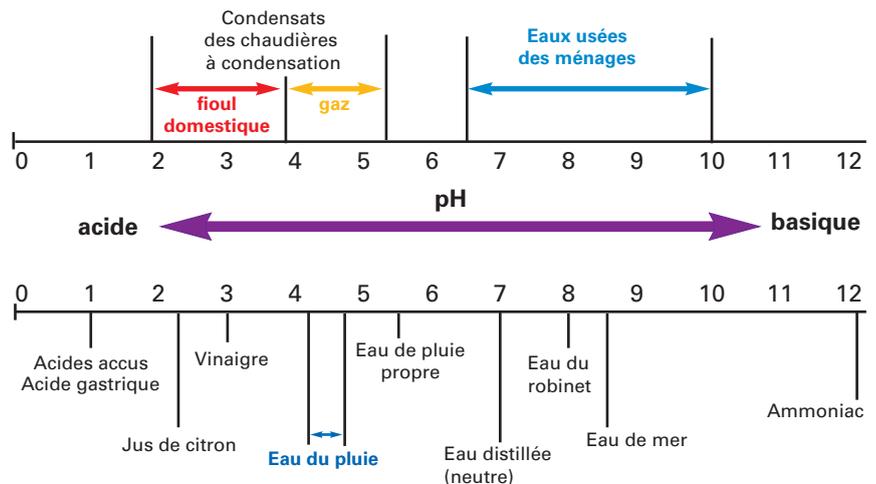


Fig. 14 : pH de différentes matières

carbonique) formé lors de la combustion risque de réagir avec l'azote N₂ contenu dans l'air et de former de l'acide nitrique. Sur les chaudières fioul, les condensats risquent d'être particulièrement agressifs puisque le soufre contenu dans le fioul induit la formation d'acide sulfureux et sulfurique. C'est la raison pour laquelle toutes les surfaces des échangeurs de chaleur en contact avec les condensats doivent être impérativement réalisées avec des matériaux d'une parfaite tenue à l'attaque chimique des composants des condensats.

Depuis de longues années, l'acier inoxydable austénitique a fait ses preuves dans ce domaine. Pour le fioul ou le gaz naturel, il existe des nuances d'acier inoxydable présentant des alliages différents (au chrome, nickel, molybdène, titane, entre autres) et adaptés aux caractéristiques des condensats. Ces matériaux résistent donc durablement à l'attaque des condensats sans autre traitement de surface.

La teneur élevée en soufre du fioul est un obstacle à la large diffusion des chaudières fioul à condensation.

Les points suivants doivent être impérativement pris en compte dans le cas des chaudières fioul à condensation :

- résidus de combustion plus importants par rapport au gaz naturel (cendres et soufre),
- condensats acides à cause de la teneur résiduelle en soufre.

Une conception adaptée permet de résoudre ces inconvénients. Les condensats étant susceptibles d'induire une corrosion importante, on emploie des matériaux d'une tenue élevée aux acides (acier inoxydable 904L) et les condensats évacués doivent être dirigés vers un équipement de neutralisation.

L'emploi de l'acier inoxydable permet de donner des formes optimales aux surfaces d'échange. Une transmission efficace de la chaleur des produits de la combustion vers l'eau du chauffage suppose un contact étroit des fumées avec les surfaces d'échange. Deux solutions sont possibles :

Il est possible de former les surfaces d'échange de manière à créer des turbulences permanentes dans les fumées et d'empêcher la formation de flux centraux présentant des températures assez élevées. Les tubes lisses ne conviennent pas ou bien il faut les doter de chicanes et d'emboutissages modifiant la section.

La fig. 16 représente les surfaces d'échange Inox-Crossal conçues à cette fin. Elles assurent des transmissions calorifiques excellentes. Des emboutissages croisés créent des chicanes dont la section variable empêche efficacement la formation d'un flux central.

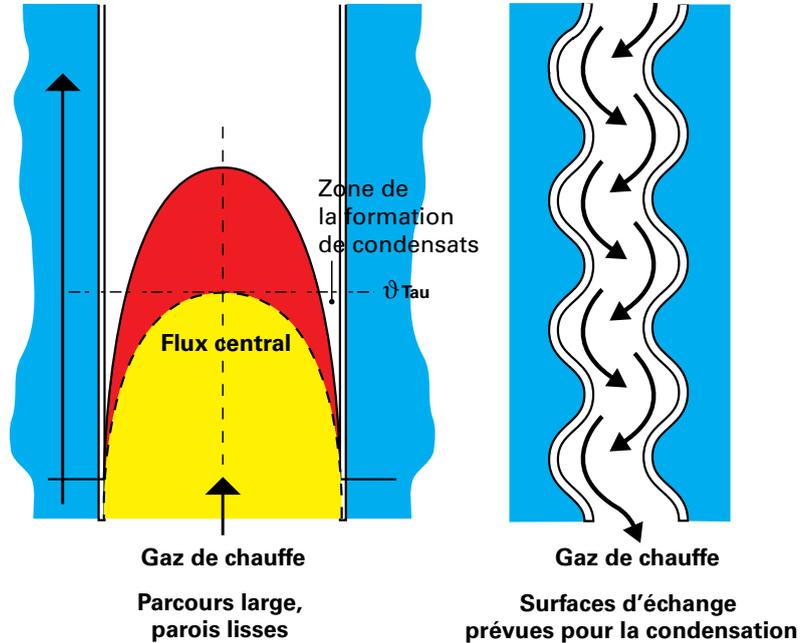


Fig. 15 : Conditions physiques exigées des parcours de fumées de grandes sections - surfaces d'échange Inox-Crossal

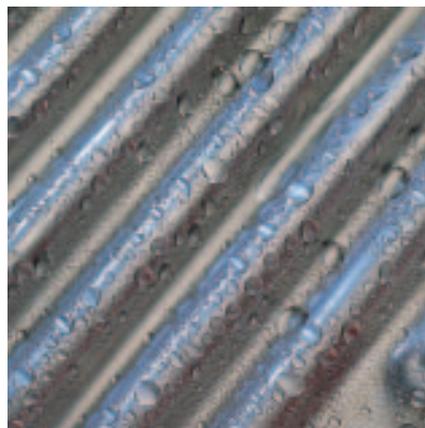


Fig. 16 : Surfaces d'échange Inox-Crossal



Fig. 17 : Surfaces d'échange Inox Radiales

Pour éviter une concentration acide des condensats et un reflux dans la chambre de combustion, les produits de la combustion et les condensats doivent impérativement descendre dans la même direction. La gravité facilite l'écoulement des gouttes de condensats. La sortie des gaz de chauffe de l'échangeur de chaleur est, de ce fait, placée, en règle générale, en partie basse.

Une autre possibilité est de remplacer les fortes turbulences du flux de fumées, comme celles atteintes avec les surfaces d'échange Inox-Crossal par un principe de transmissions calorifiques laminaires. Pour ce faire, nous avons conçu les surfaces d'échange Inox Radial (fig. 17) constituées d'un tube rectangulaire enroulé en spirale. Des emboutissages spéciaux assurent un écart de 0,8 mm entre les différentes spires. Cet écart adapté aux conditions spéciales de circulation des produits de la combustion induit à l'intérieur de l'interstice un flux laminaire sans couche limite et induisant des transmissions calorifiques d'une remarquable qualité. Les gaz de chauffe qui sont à 900°C environ peuvent ainsi descendre à une température de moins de 50°C sur une longueur de 36 mm seulement. Dans le cas le plus favorable, les fumées sortant de la chaudière atteignent une température qui ne dépasse que de 3,5 K environ celle du retour chaudière.

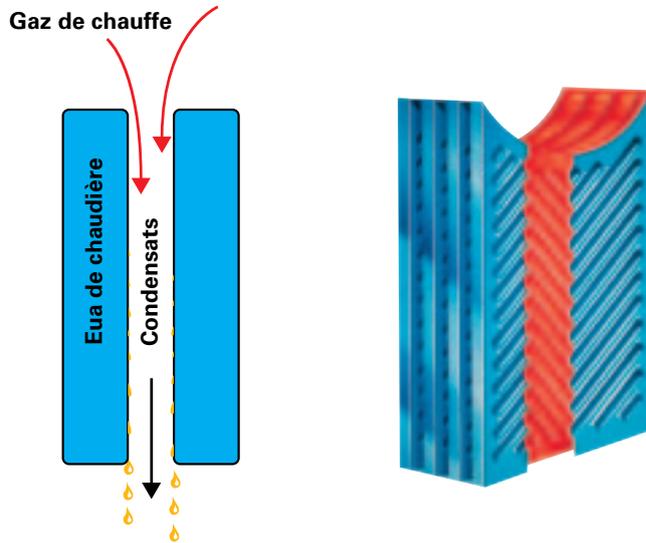


Fig. 18 : Parcours de fumées et de condensats

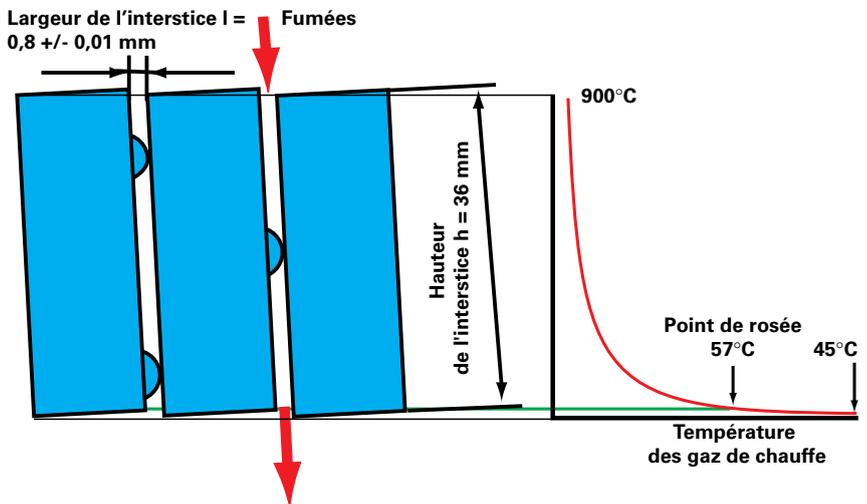


Fig. 19 : Détail des surfaces d'échange Inox Radial - Transmissions calorifiques pour un chauffage 40/30°C

- Transmissions calorifiques selon le principe de flux laminaire selon Nusselt : coefficient de transmission thermique $a = (7,55 \times \lambda) / (2 \times l)$
 $\Rightarrow \alpha = 1/l$
- Conclusion : plus la largeur de l'interstice l est faible, meilleures sont les transmissions thermiques côté fumées.
- La totalité de la chaleur contenue dans les fumées est transmise en une seule passe

Echangeur de chaleur Vitotrans 333 pour condensation des fumées jusqu'à 6600 kW

Dans le cas des chaudières de moyenne et de grande puissance équipées de brûleurs mixtes gaz/FOD, on pourra employer des échangeurs de chaleur indépendants, cette solution permettant de séparer la chambre de combustion et l'échangeur de chaleur à condensation.



Fig. 20 : Echangeur de chaleur à condensation Vitotrans 333 associé à une chaudière Vitoplex

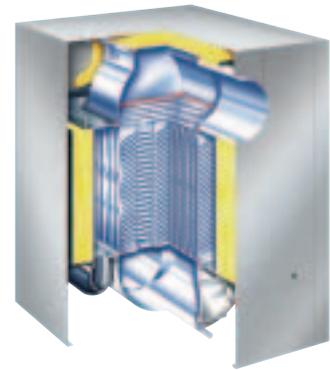


Fig. 21 : Vitotrans 333 à surfaces d'échange Inox-Crossal pour chaudières de 80 à 500 kW

Surfaces d'échange Alu-Sil équipant la chaudière murale gaz à condensation Vitodens 100

L'aluminium représente une alternative d'un prix attrayant à l'acier inoxydable austénitique. Or l'expérience montre qu'un grand nombre d'alliages d'aluminium ne résiste pas aux attaques de la corrosion sur les chaudières à condensation. Les échangeurs de chaleur à tubes à ailettes en aluminium ne sont pas souvent en mesure de former suffisamment rapidement les couches de passivation protectrices des dommages induits par l'attaque corrosive des condensats risquent donc d'apparaître à moyen terme.



Fig. 22 : Chaudière murale gaz à condensation Vitodens 100 à surfaces d'échange Alu-Sil et brûleur surfacique radiant en acier inoxydable

Dans le cas des échangeurs en fonte-aluminium, l'emploi de moules adaptés permet d'enrichir en silicium la surface de l'échangeur de chaleur en aluminium pour lui permettre une aptitude à l'emploi. La conception des surfaces d'échange côté fumées de la Vitodens 100 assure des turbulences efficaces au sein des produits de la combustion.

De larges lames d'eau limitent les pertes de charge. Elles évitent l'érosion et les bruits de circulation.

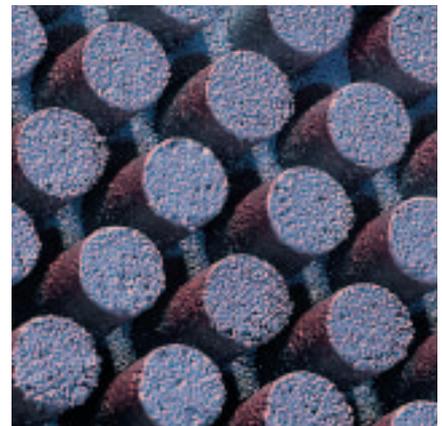


Fig. 23 : Surfaces d'échange à condensation Alu-Sil

Teneur en CO₂, conception du brûleur

Teneur en CO₂, conception du brûleur

Une condensation efficace demande de faire fonctionner les équipements de chauffe avec une teneur en CO₂ élevée ou un faible excès d'air, la température de rosée étant fonction de la teneur des fumées en CO₂ (fig. 24).

On maintiendra dans la mesure du possible la température de rosée à une valeur élevée afin de pouvoir condenser même dans les installations de chauffage ayant des températures de retour élevées. C'est pourquoi il est nécessaire de viser une teneur en CO₂ maximale - donc un faible excès d'air - dans les produits de la combustion. La teneur en CO₂ pouvant être atteinte dépend en premier lieu de la conception du brûleur.

Pour cette raison, il est déconseillé d'employer des brûleurs atmosphériques, leur important excès d'air induisant des teneurs en CO₂ peu élevées et donc de faibles températures de rosée des fumées. Il est important que la turbine des brûleurs modulants soit à vitesse contrôlée afin de pouvoir adapter le débit d'air au débit de gaz. Seule cette solution permet de travailler avec un faible excès d'air et de maintenir une teneur en CO₂ élevée même en marche modulante.

La consommation d'énergie d'une turbine de ce type est de l'ordre de 50 kWh/an pour les chaudières murales gaz à condensation, soit un coût de 6 euros environ par an.

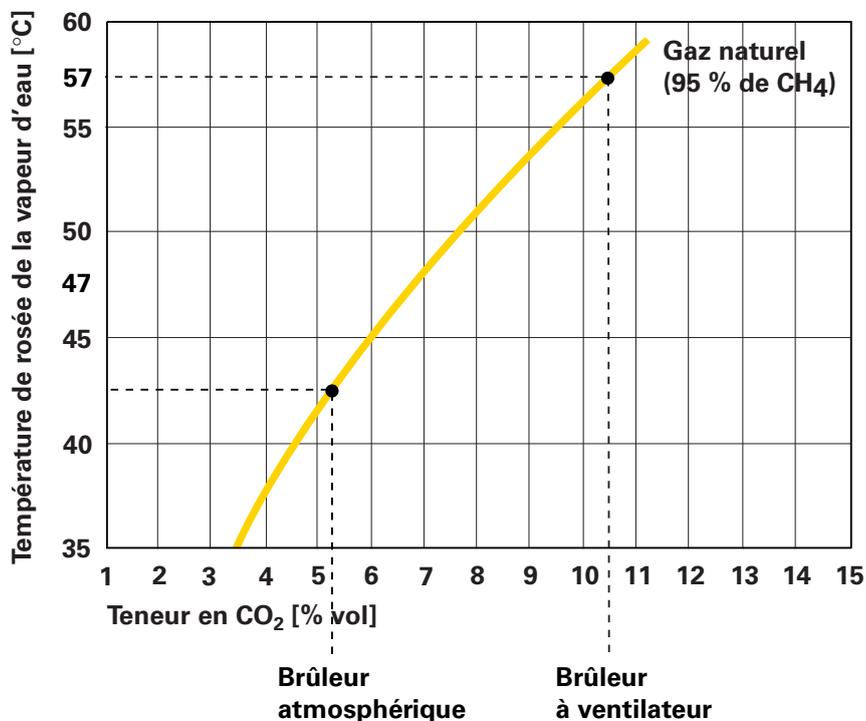


Fig. 24 : Température de rosée de la vapeur d'eau en fonction de la teneur en CO₂



Fig. 25 : Brûleur gaz modulant MatriX-compact assisté par ventilateur, jusqu'à 66,3 kW

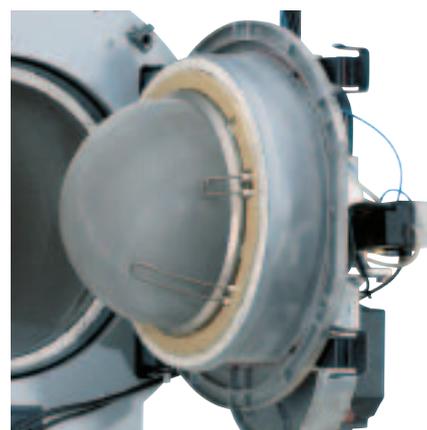


Fig. 26 : Brûleur radiant MatriX, puissances nominales : 87, 115 et 142 kW

Intégration hydraulique

Intégration hydraulique

Les circuits hydrauliques devront induire une température de retour nettement inférieure au point de rosée des produits de la combustion afin que les fumées puissent se condenser.

Il est capital d'éviter toute élévation de la température de retour par des liaisons directes avec le départ. C'est pourquoi il est vivement déconseillé pour les chaudières à condensation de réaliser des circuits comprenant une vanne mélangeuse 4 voies. On pourra remplacer ces dernières par des vannes 3 voies. Elles dirigent l'eau de retour chauffage directement vers la chaudière à condensation sans qu'il y ait élévation de la température (fig. 27).

En outre, on ne devra pas non plus employer de vannes thermostatiques 3 voies puisqu'elles induisent une communication directe entre le départ et le retour et donc une élévation de la température de retour.

Les circulateurs à vitesse variable adaptent automatiquement le débit aux exigences de l'installation, empêchant une température de retour inutilement élevée et améliorent ainsi la condensation.

Dans certains cas, un collecteur à bypasse ou une bouteille de découplage hydraulique ("casse pression") s'avère indispensable. Les bouteilles de découplage se justifiaient autrefois pour assurer une irrigation correcte des chaudières à fortes pertes de charge et pour faciliter le dimensionnement des équipements des circuits secondaires. Elles ne sont plus nécessaires pour les chaudières à condensation modernes.

Néanmoins, dans certaines installations (plancher chauffant par exemple), le débit des circuits secondaires est supérieur au débit maxi-

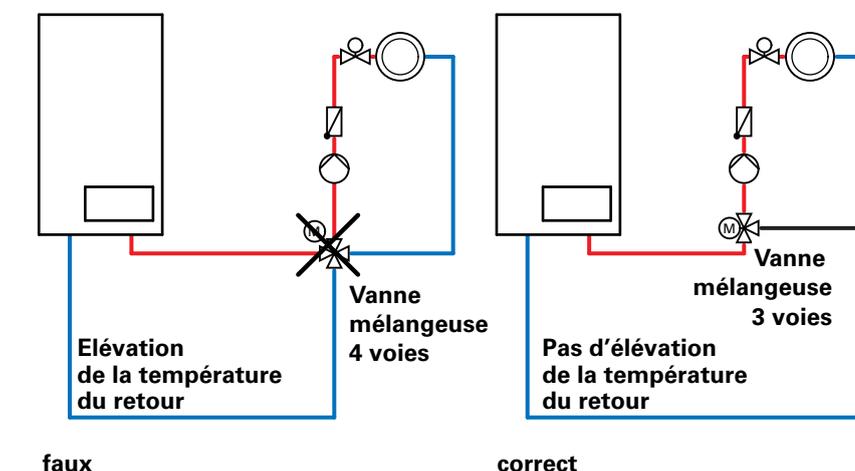


Fig. 27 : Conditions à remplir par le circuit hydraulique pour les chaudières à condensation

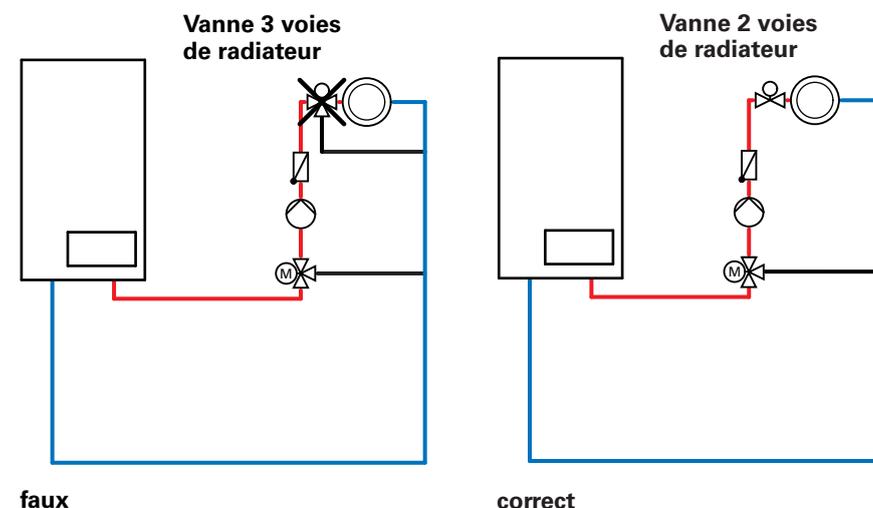


Fig. 28 : Conditions à remplir par le circuit hydraulique pour les chaudières à condensation

mal admissible par le générateur. Dans ce cas, il est indispensable d'ajuster les débits à l'aide d'une bouteille de mélange. La température de retour ne subira aucune augmentation.

Les débits des circuits de chaudière et de chauffage devront être adaptés de telle manière que le débit le plus important circule dans le circuit de chauffage afin d'empêcher tout mélange d'eau chaude du départ avec celle du retour. La sonde de

départ devra être implantée en aval de la bouteille de mélange afin de détecter la température de l'installation après adjonction de l'eau plus froide du retour. Si l'emploi de la bouteille de mélange est indispensable, le dimensionnement et le réglage devront être effectués avec soin afin d'atteindre une condensation maximale.

Il est également possible d'utiliser un échangeur de séparation hydraulique qui remplit des fonctions similaires.

Règles concernant l'étude des chaudières murales :

- Dans les cascades constituées de plusieurs générateurs de chaleur, on utilisera dans la plupart des cas une bouteille de mélange.
- Lors de l'équilibrage de la bouteille de mélange, le débit volumique côté appareils devra être réglé à 10 - 30 % environ en dessous du débit volumique côté installation (faible température de retour).
- La bouteille de mélange sera dimensionnée au débit volumique maximal rencontré dans l'ensemble de l'installation.

Si un préparateur d'eau chaude sanitaire est intégré à l'installation, il devra être raccordé de préférence en amont de la bouteille de mélange puisque cette portion du départ présente les températures les plus élevées de l'installation ce qui permet de réduire la durée de charge du préparateur. Un raccordement en aval de la bouteille de mélange induirait, s'il n'y a pas de vanne mélangeuse, une augmentation non contrôlée de la température des circuits de chauffage.

La condensation est en plus également fonction du dimensionnement des débits ou de la différence température de départ/température de retour. La fig. 31 le visualise : si dans une installation existante ($\dot{Q} = \text{const.}$), le débit (\dot{V}) est divisé par deux, la différence ($\Delta\vartheta$) augmente et en conséquence la température moyenne des radiateurs diminue.

$$\dot{V} = \dot{Q} / \Delta\vartheta$$

Si la température du départ est augmentée de telle manière qu'à la cession de chaleur à la pièce, les conditions initiales de température se rétablissent, il en résulte pour la même température moyenne une différence deux fois plus importante. La température de retour chute en conséquence. La condensation peut dans ce cas être sensiblement améliorée.

A l'inverse, des débits importants réduisent la différence et risquent, le cas échéant, de s'opposer à la condensation.

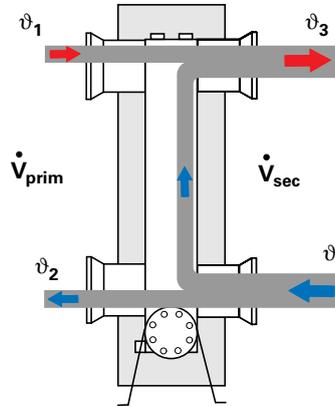
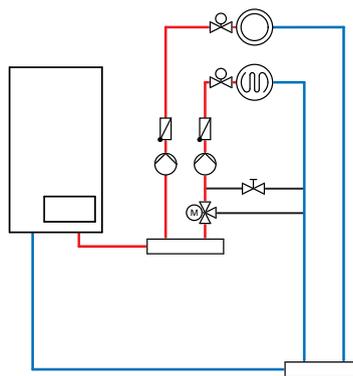


Fig. 29 : Principe de fonctionnement d'une bouteille de mélange



Correct

Légende

- \dot{V}_{prim} Débit eau du chauffage Circuit générateur de chaleur (de 10 à 30 % environ inférieur à \dot{V}_{sec})
- \dot{V}_{sec} Débit eau du chauffage Circuit de chauffage
- ϑ_1 Température de départ Circuit générateur de chaleur
- ϑ_2 Température de retour Circuit générateur de chaleur
- ϑ_3 Température de départ Circuit de chauffage
- ϑ_4 Température de retour Circuit de chauffage
- \dot{Q}_{prim} Quantité de chaleur fournie par le générateur de chaleur
- \dot{Q}_{sec} Quantité de chaleur dissipée par le circuit de chauffage

$$\begin{aligned} \dot{V}_{\text{prim}} &< \dot{V}_{\text{sec}} \\ \vartheta_1 &< \vartheta_3 \\ \vartheta_2 &= \vartheta_4 \\ \dot{Q}_{\text{prim}} &= \dot{Q}_{\text{sec}} \end{aligned}$$

Fig. 30 : Conditions à remplir par le circuit hydraulique pour les chaudières à condensation

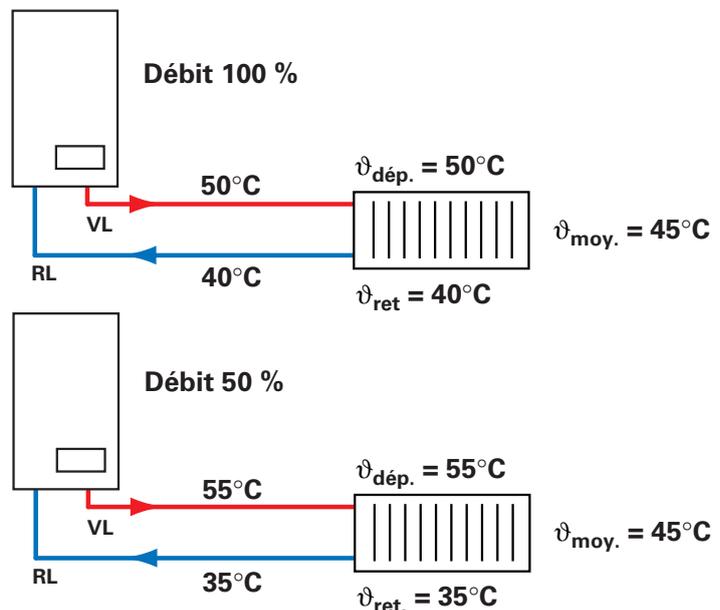


Fig. 31 : Effet du dimensionnement des débits (différences de température)

Traitement des condensats

Traitement des condensats

Les condensats qui se forment dans la chaudière et la cheminée durant la marche devront être évacués. Pour une consommation de gaz de 3000 m³/an dans une maison individuelle moyenne, il peut se former de 3000 à 3500 l/an de condensats environ.

La température de retour induit une certaine température de fumées ϑ_A qui se répercute sur le coefficient de condensation α . α sera de 1 si la totalité des condensats théoriquement possibles est formée (tableau 3) (condensation totale).

En raison de leur faible acidité, les condensats des chaudières gaz à condensation peuvent être dirigés directement vers le réseau public d'évacuation des eaux usées (sauf réglementation locale). La part des condensats dans le total des eaux usées est si faible que ces eaux assurent une dilution suffisante.

Si une conduite est exclusivement employée pour les condensats de la sortie de l'appareil au collecteur et qu'il n'y a aucune dilution, même accidentelle, on choisira des matériaux spéciaux.

Il s'agit de :

- tubes en grès,
- tubes en PVC rigide
- tubes en PVC
- tubes en polyéthylène haute densité
- tubes en polypropylène
- tubes en ABS/ASA
- tubes en acier inoxydable
- tubes en borosilicate.

L'évacuation des condensats vers le raccord tout-à-l'égout doit être visible et équipée d'un siphon anti-odeurs.

Si une neutralisation est prescrite, le pH des condensats est décalé dans le sens "neutre". Pour ce faire, les condensats traverseront l'équipement

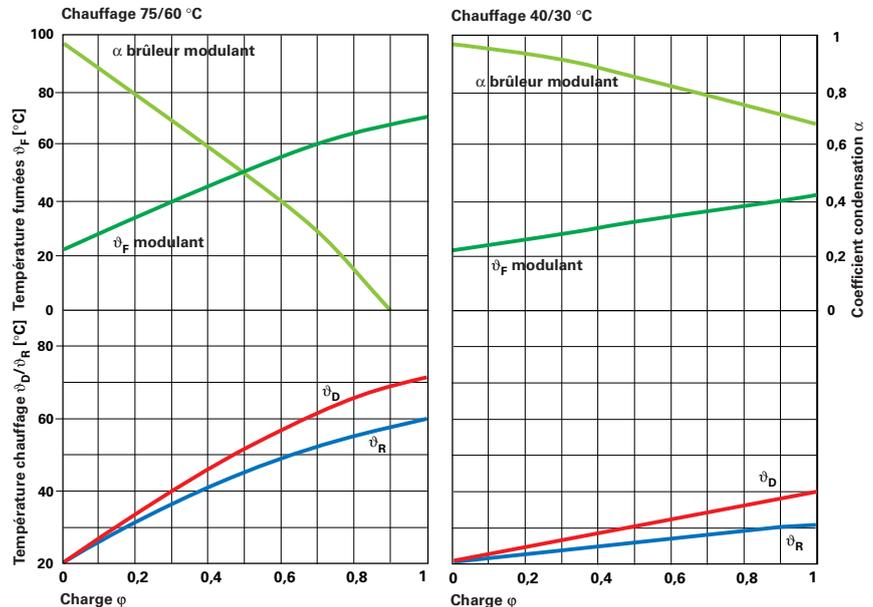


Fig. 32 : Quantité de condensats formés

de neutralisation. Ce dernier se compose pour l'essentiel d'un bac rempli de granulés. Une partie des granulés (hydrolite de magnésium) se dissout dans les condensats, réagit principalement avec l'acide carbonique pour former un sel et fait passer le pH à des valeurs de 6,5 à 9.

Il est important que l'installation fonctionne en passage direct afin d'empêcher la dissolution de

quantités excessives de granulés durant les phases d'arrêt. Le volume du bac devra être adapté à la quantité de condensats attendue et calculé de manière à ce qu'un remplissage suffise pour au moins une saison de chauffe. A l'issue de la réalisation de l'installation, un contrôle devra être effectué de temps en temps les premiers mois. De plus, un entretien devra être effectué tous les ans.

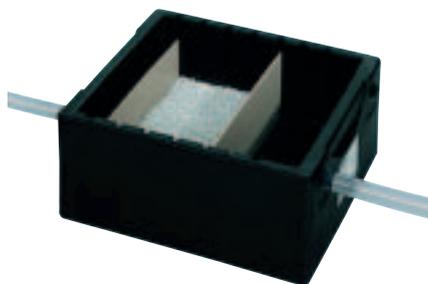


Fig. 33 : Equipement de neutralisation des condensats des chaudières gaz par granulés jusqu'à 70 l/h, soit 500 kW de puissance environ

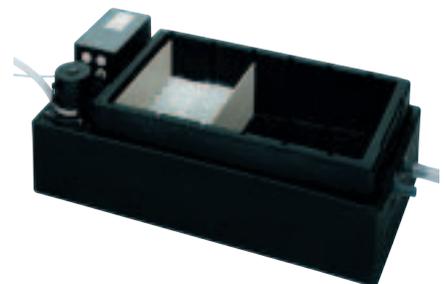


Fig. 34 : Equipement de neutralisation des condensats par granulés avec pompe de relevage - peut être employé pour des débits de condensats jusqu'à 210 l/h, soit 1500 kW de puissance environ

Emissions polluantes et évacuation des fumées

Emissions polluantes et évacuation des fumées

Le niveau très élevé de l'hygiène de combustion en association avec les brûleurs radiants Matrix permet aux chaudières à condensation Viessmann d'être largement en dessous des valeurs limites de l'ensemble de la réglementation existante dans les différents pays en Europe. Les émissions polluantes sont déjà pour partie inférieures à la limite technique de détection des appareils de mesure.

Les très faibles émissions polluantes du brûleur radiant Matrix sont induites par un prémélange total gaz/air et à une température de combustion particulièrement basse générée par la grande surface de réaction hémisphérique. Une part non négligeable de la chaleur dégagée est évacuée de la zone de réaction par rayonnement infrarouge, ce qui abaisse sensiblement la formation de NOX.

La température des fumées étant basse (< 85°C), il est nécessaire de dimensionner le conduit de cheminée en conséquence. L'humidité résiduelle risquant de se condenser dans le conduit rend indispensable l'utilisation de matériaux résistant à l'acidité des condensats.

Ces exigences sont remplies par des conduits de cheminée réalisés en matériau de synthèse, en acier inoxydable, en céramique ou en verre.

L'évacuation des fumées par circuit étanche (ventouse) est une alternative intéressante à la cheminée.

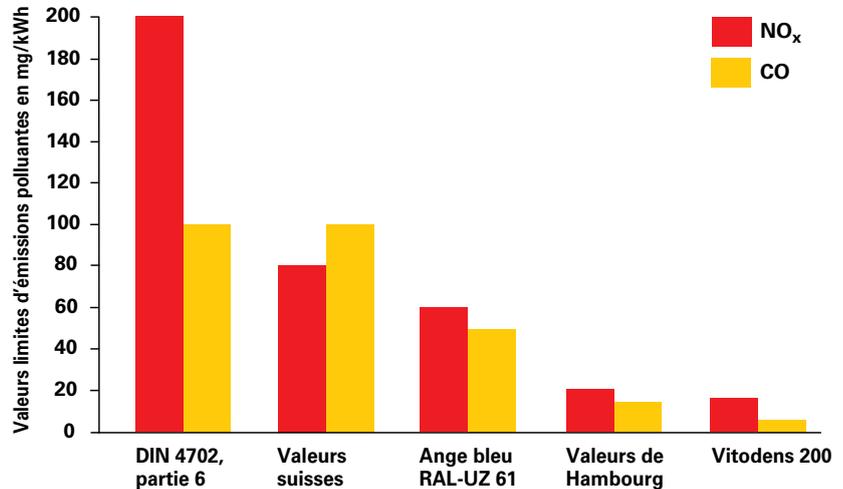


Fig. 35 : Emission polluantes de la chaudière gaz à condensation Vitodens 200 comparée à différente réglementations et différents labels de qualité.

Comment choisir sa chaudière

Vous trouverez dans la gamme Viessmann la chaudière qui convient à vos besoins.

Pour une maison individuelle, on pourra employer une chaudière murale simple service couplée à un ballon d'eau chaude ou une chaudière murale double service à échangeur instantané intégré. Cette chaudière gaz pourra être en version cheminée ou en version ventouse et être montée dans les combles, le volume habitable ou au sous-sol.

Pour les immeubles collectifs, on pourra choisir une solution par chaudières individuelles ou avec une chaudière collective.

Dans le premier cas, une chaudière murale est, en règle générale, installée dans chacun des appartements. La production d'eau chaude sanitaire est assurée par un ballon placé au mur, en dessous ou à côté de la chaudière ou par un échangeur de chaleur à plaques intégré à la chaudière.

Les chaudières murales gaz à condensation Vitodens suivent de manière logique la stratégie de plate-forme Vitotec et présentent une grande similitude de conception, de cotes et de composants. La gamme chaudières murales Vitotec est ainsi constituée d'un nombre limité de composants de base servant à constituer les différents types d'appareils : un châssis de base, quatre corps de chauffe, trois Aqua-Platines, deux types de régulation et le système Multi-Connecteur. Cette démarche simplifie les travaux de montage, de mise en service et d'entretien et limite le stockage des accessoires et des pièces de rechange.

La nouvelle chaudière gaz Vitodens 222 compacte à ballon d'eau chaude sanitaire intégré de 6,6 à 26,3 kW (fig. 37), vient compléter la gamme des chaudières

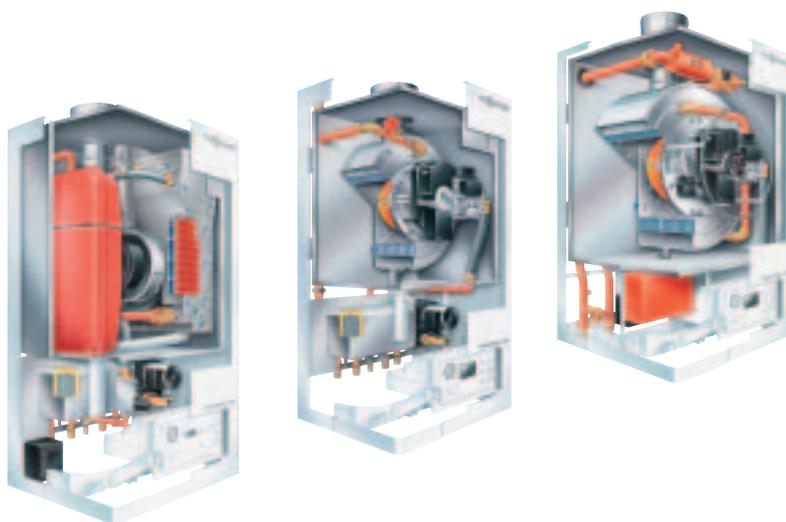


Fig. 36 : Chaudières murales gaz à condensation Vitodens 100 et 200 de 6,6 à 66,3 kW, la Vitodens 200 est disponible en cascade jusqu'à 265 kW



Fig. 37 : Chaudière gaz à condensation compacte à ballon d'eau chaude sanitaire intégré de 6,6 à 26,3 kW de puissance nominale

à condensation. Les chaudières à condensation Viessmann sont classées dans la catégorie condensation de la Réglementation Thermique 2000 et elles peuvent être préconisées dans le cadre d'une offre Dolce Vita® de Gaz de France.

Le cœur de la technique modulaire des chaudières murales est l'Aqua-Platine qui intègre tous les parcours d'eau derrière la paroi arrière. Tous les composants sont ainsi facilement accessibles et amovibles par l'avant. Le système Multi-Connecteur augmente la facilité d'entretien et de maintenance.

La technique modulaire Viessmann

Une solution centralisée dans les immeubles d'une certaine taille pourra également être réalisée à l'aide de chaudières murales pilotées en cascade. Il est également possible d'employer une chaudière gaz à condensation au sol.

La gamme Vitotec chaudières gaz à condensation au sol va de la Vitocrossal 300 de 9 à 978 kW (fig. 37 et 38) aux échangeurs de chaleur à condensation Vitotrans 333 en acier inoxydable pour chaudières de 80 à 6600 kW (fig. 39).

Un échangeur de chaleur à condensation sera monté en aval de la chaudière si la puissance est assez importante.

A l'intérieur des échangeurs de chaleur à condensation Vitotrans 333, la température des fumées est fortement abaissée pour ne plus dépasser que de 10 à 25 K celle du retour chauffage. Cette seule opération améliore le rendement utile de 5 % environ. Les autres économies d'énergie et l'avantage effectif des échangeurs de chaleur à condensation résident dans l'utilisation de la chaleur libérée par condensation des produits de la combustion sur les surfaces d'échange froides. Selon la température de l'eau de chauffage à l'intérieur de l'échangeur à condensation, il est possible de gagner jusqu'à 7 % supplémentaires.

Un échangeur de chaleur à condensation monté en aval permet ainsi d'améliorer le rendement utile des chaudières de 12 % environ maximum, la consommation de combustible est réduite en conséquence.

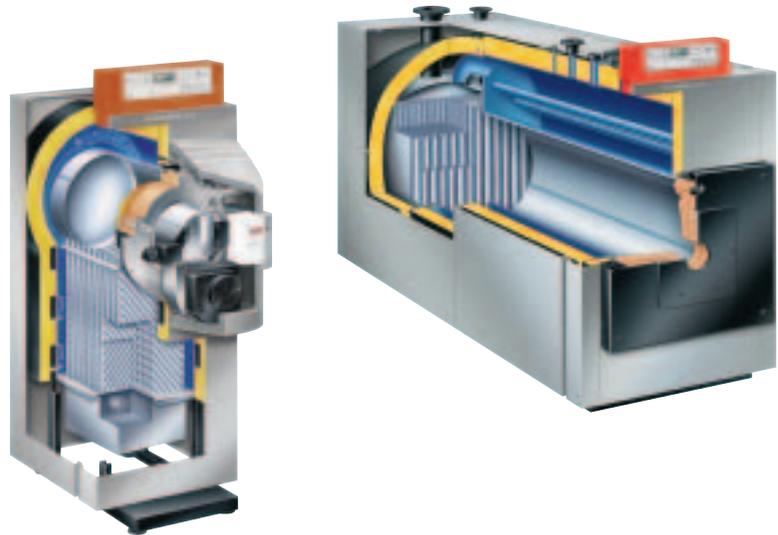


Fig. 38 : Chaudière gaz à condensation au sol Vitocrossal 300 de 89 à 978 kW de puissance nominale



Fig. 39 : Echangeurs de chaleur à condensation Vitotrans 333 pour chaudières de 80 à 6600 kW



Le groupe Viessmann

Aujourd'hui, avec ses 10 unités de production employant 6 700 salariés, le groupe Viessmann s'impose comme l'un des plus grands fabricants d'appareils de chauffage au monde. Grâce à son savoir-faire et sa capacité d'innovation, la marque Viessmann a conquis une notoriété sans pareille auprès des professionnels du chauffage. Notre gamme complète de chaudières et de préparateurs d'eau chaude sanitaire s'appuie sur la technique des systèmes parfaitement adaptée et bénéficie d'une renommée qui n'est plus à faire.

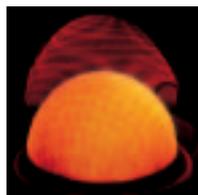
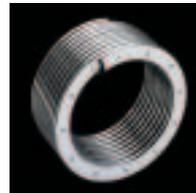
La diversité de nos produits, leurs performances et leur qualité, garantissent dans chaque cas une bonne adaptation au besoin, une grande fiabilité, une faible consommation d'énergie, un réel respect de l'environnement ainsi qu'un grand confort d'utilisation.

Des techniques de chauffage traditionnelles au domaine des énergies renouvelables, chacune de nos innovations a marqué de son avancée l'histoire du chauffage.

Nos recherches et nos développements techniques ne poursuivent qu'un seul but : s'investir toujours plus afin de donner satisfaction à nos clients et à nos partenaires, professionnels du chauffage, tout en faisant valoir notre engagement en faveur de la préservation de l'environnement.



De l'unité dans la diversité : Viessmann vous propose une gamme de produits pour chaque besoin et toutes les exigences



Agences Viessmann en France

21160 Marsannay-la-Côte
Tél. : 03 80 59 92 60

51683 Reims - Tél. : 03 26 50 30 60

57380 Faulquemont (Agence Lorraine)
Tél. : 03 87 29 17 78

59133 Phalempin - Tél. : 03 28 16 41 12

67540 Ostwald - Tél. : 03 88 55 35 80

69730 Genay - Tél. : 04 72 08 25 90

77380 Combs-la-ville - Tél. : 01 64 13 41 45

Votre chauffagiste :

Viessmann S.A.

Z.I. - B.P. 59

57380 Faulquemont

Tél. : 03 87 29 17 00

Fax : 03 87 94 16 55

Web : <http://www.viessmann.fr>

VIESSMANN